

Оценка возможностей современных симуляторов имитировать пластовые процессы, протекающие при разработке месторождений высоковязкой нефти

*Н.Н. Иванцов, С.В. Степанов, А.В. Степанов,
И.С. Бухалов, С.В. Елецкий
(ООО «Тюменский нефтяной научный центр»)*

Целью данной работы было исследование возможностей коммерческих симуляторов имитировать процессы, которые могут происходить при разработке месторождения, осложненного высокой вязкостью нефти (около 200 мПа·с), наличием газовой шапки и подстилающей воды. В качестве тестируемых выбраны четыре доступных для использования симулятора: ECLIPSE, Tempest MORE, tNavigator и STARS. Модели в трех первых симуляторах реализованы в виде приближения «черной нефти», а модель в позиционном симуляторе STARS создана на основе наборов компонентов, составляющих фазы, со свойствами, полностью аналогичными таковым для остальных симуляторов. Во всех случаях настройки численных алгоритмов брались по умолчанию.

Для тестирования сформулированы следующие задачи: 1) трехфазная фильтрация с закачкой холодной воды; 2) трехфазная фильтрация с закачкой водного раствора полимера; 3) добыча нефти в случае вязкостной неустойчивости. Моделирование проводилось на наборе расчетных сеток различной дискретизации. Таким образом, главным акцентом в тестировании являлась оценка способности симуляторов имитировать конусообразование и прорыв воды.

Анализ результатов моделирования показал, что расчетные параметры работы добывающей скважины существенно зависят от особенностей дискретизации, а для одинаковых расчетных сеток – различны и для разных симуляторов. Такая особенность в большей степени характерна для трехфазной фильтрации. В этом случае даже при схожей динамике обводненности, динамика газового фактора в большинстве рассмотренных примеров значительно различается, причем как в задаче заводнения, так и в задаче с закачкой полимерного раствора.

Для понимания роли численных эффектов дополнительно рассмотрены модели с образованием только конуса газа. В такой постановке расчет газового фактора в меньшей степени зависит от расчетной сетки, однако сходимость расчетов проявляется при весьма детальных расчетных сетках, применение которых для полномасштабного и даже секторного моделирования проблематично.

Применительно к тестируемым симуляторам можно отметить сходство (хотя и не повсеместное) в результатах расчетов на ECLIPSE и tNavigator и заметное различие с ними и между собой результатов расчетов на Tempest MORE и STARS.

В результате выполнения данной работы сформулированы принципы построения секторных моделей, включая требования по дискретизации расчетной сетки. Это позволяет значительно снизить численную ошибку гидродинамических расчетов в случае моделирования разработки месторождений высоковязкой нефти, в том числе с применением методов увеличения нефтеотдачи.